

Optical disc recording/reproduction apparatus and method

Patent Number: US6041031

Publication date: 2000-03-21

Inventor(s): ICHIMURA ISAO (JP); MAEDA FUMISADA (JP); OHSATO KIYOSHI (JP); SUZUKI AKIRA (JP); WATANABE TOSHIO (JP); YAMAMOTO KENJI (JP)

Applicant(s): SONY CORP (JP)

Requested Patent: JP10188320

Application Number: US19970994455 19971219

Priority Number (s): JP19960340904 19961220

IPC Classification: G11B7/00

EC Classification: G11B11/105G3, G11B7/09D6, G11B7/125D

Equivalents: CN1193161

Abstract

An optical disc recording/reproduction apparatus for recording and/or reproducing a data by applying a beam from an optical head unit through a substrate onto/from a recording layer of the optical disc through, wherein the substrate of the optical disc is 0.3 mm or below; the optical head unit comprises: an objective lens for converging an incident beam and emitting the beam toward the optical disc; a forward lens for converging the beam introduced through the objective lens and applying the beam to the optical disc; a lens holder where the objective lens and the forward lens are fixed; and an actuator for driving the objective lens and the forward lens as a unitary block and controlling at least focusing, the objective lens and the forward lens having a total numerical aperture of 0.8 or above.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-188320

(43)公開日 平成10年(1998)7月21日

(51)Int.Cl.*
G 11 B 7/135

識別記号

F I
G 11 B 7/135

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全7頁)

(21)出願番号 特願平8-340904

(71)出願人 000002185

(22)出願日 平成8年(1996)12月20日

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 市村 功

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(72)発明者 前田 史貞

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(72)発明者 山本 健二

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(74)代理人 弁理士 稲本 義雄

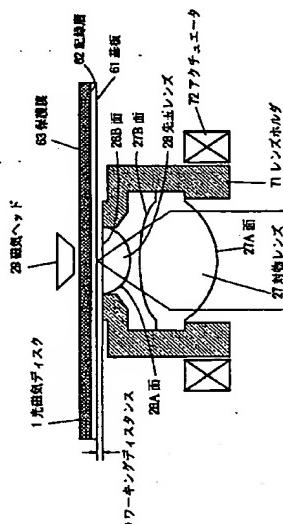
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光ディスク記録再生装置および方法

(57)【要約】

【課題】簡単な構成で高密度に光ディスクに情報を記録または再生する。

【解決手段】対物レンズ27と先玉レンズ28をレンズホルダ71に固定する。レンズホルダ71をアクチュエータ72で一体的にフォーカス制御する。光磁気ディスク1の基板61の厚さは、0.3mm以下とする。対物レンズ27と先玉レンズ28の総合の開口数は、0.8以上とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ピックアップから光ディスクの記録層に対して、基板を介して光を照射して、情報を記録または再生する光ディスク記録再生装置において、前記光ディスクの基板は、その厚さが0.3mm以下とされ、

前記ピックアップは、

入射される光を収束して前記光ディスクに向けて出射する対物レンズと、

前記対物レンズを介して入射される光を収束して前記光ディスクに照射する先玉レンズと、

前記対物レンズと前記先玉レンズが固定されたレンズホルダと、

前記対物レンズと先玉レンズを一体的に駆動してフォーカス制御するアクチュエータとを備え、

前記対物レンズと先玉レンズとの総合の開口数は、0.8以上とされていることを特徴とする光ディスク記録再生装置。

【請求項2】 前記先玉レンズと前記基板とのワーキングディスタンスは、50μm乃至500μmであることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク記録再生装置。

【請求項3】 前記先玉レンズと対物レンズの前記光が入射または出射される面は、いずれも非球面であることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク記録再生装置。

【請求項4】 入射される光を収束して前記光ディスクに向けて出射する対物レンズと、前記対物レンズを介して入射される光を収束して前記光ディスクに照射する先玉レンズとを有するピックアップから光ディスクの記録層に対して、基板を介して光を照射して、情報を記録または再生する光ディスク記録再生方法において、

前記対物レンズと先玉レンズを一体的に駆動してフォーカス制御するとともに、

前記光ディスクの基板の厚さを0.3mm以下とし、

前記対物レンズと先玉レンズとの総合の開口数を、0.8以上とすることを特徴とする光ディスク記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスク記録再生装置および方法に関し、特に、光ディスクに対して、高密度に情報を記録または再生することができるようになした光ディスク記録再生装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクに対して、情報を高密度に記録または再生するには、光ディスクに照射する光のスポットの大きさをできるだけ小さくすることが必要となる。光スポットの大きさは、一般に、光源の波長を入、対物レンズの開口数をNAとすると、 $\lambda / 2NA$ に比例

することが知られている。従って、波長を一定とすると、対物レンズの開口数が大きいほど、高密度の光記録が可能となる。現在、実用化されている光ディスク装置において用いられている非球面単レンズとしての対物レンズの開口数は、製造上の理由から、0.6程度が限界と考えられている。

【0003】また、開口数が大きくなると、光ディスクの基板が厚い程、光ディスクの傾きや反り、組み立て精度によって生じる波面収差の影響を受け易くなる。このため、対物レンズとして開口数の大きいレンズを用いる場合には、光ディスクの基板を薄くする必要が生じる。例えば、DVD(Digital Versatile Disc)規格においては、その基板の厚さは、約0.6mmとされている。

【0004】開口数が0.6を超える対物レンズユニットとしては、Kinoらによって提唱されたSolid Immersion Lens(SIL)を対物レンズと組み合わせ、2群レンズとして用いることが知られている。この2群レンズにより、開口数が0.8を超える光ディスク記録再生光学系が実現されている。

【0005】この光学系においては、SILと光ディスクとの距離(エアギャップ)を最適値に保持する必要があり、このエアギャップが大きく変化すると、球面収差が発生し、信号品質が著しく低下し、最悪の場合、光ディスクに対して、情報を記録または再生することができなくなる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような2群レンズの光学系においては、エアギャップを一定の値に保持するということは、2群レンズのレンズ相互間の距離を一定の値に保持することと等価である。光ディスクの基板の厚さがばらつく場合に備えて、2群レンズのレンズ間の距離をアクチュエータにより調整するような構造とすると、構成が複雑となり、組み立て精度を確保することが困難になる。

【0007】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、2群レンズを用いた場合において、簡単な構成で、正確に情報を記録または再生することができるようにするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の光ディスク記録再生装置は、光ディスクの基板は、その厚さが0.3mm以下とされ、ピックアップは、入射される光を収束して光ディスクに向けて出射する対物レンズと、対物レンズを介して入射される光を収束して光ディスクに照射する先玉レンズと、対物レンズと先玉レンズが固定されたレンズホルダと、対物レンズと先玉レンズを一体的に駆動してフォーカス制御するアクチュエータとを備え、対物レンズと先玉レンズとの総合の開口数は、0.8以上とされていることを特徴とする。

【0009】請求項4に記載の光ディスク記録再生方法

は、対物レンズと先玉レンズを一体的に駆動してフォーカス制御するとともに、光ディスクの基板の厚さを0.3mm以下とし、対物レンズと先玉レンズとの総合の開口数を、0.8以上とすることを特徴とする。

【0010】請求項1に記載の光ディスク記録再生装置および請求項4に記載の光ディスク記録再生方法においては、光ディスクの基板は、その厚さが0.3mm以下とされ、先玉レンズと対物レンズが一体的に保持され、フォーカス制御される。そして、対物レンズと先玉レンズとの総合の開口数は、0.8以上とされている。従って、簡単な構成で、光ディスクに対して、高密度に情報を記録または再生することが可能となる。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の光ディスク記録再生装置の構成例を示すブロック図である。光磁気ディスク1は、スピンドルモータ2により、所定の速度で回転されるようになされている。ピックアップ3は、光磁気ディスク1に対してレーザ光を照射するとともに、磁界を印加し、光磁気ディスク1に対して、情報を記録または再生するようになされている。記録再生回路4は、端子5より入力される記録信号を変調し、ピックアップ3に出力するとともに、ピックアップ3より出力された光磁気ディスク1からの再生信号を復調し、端子5から出力するようになされている。

【0012】サーボ回路6は、フォーカスサーボ回路11、トラッキングサーボ回路12、スレッドサーボ回路13、スピンドルサーボ回路14、およびAPC(Automatic Power Control)回路15を有し、ピックアップ3の出力する信号から、それぞれ所定のエラー信号を再生し、サーボ動作を実行するようになされている。すなわち、フォーカスサーボ回路11は、ピックアップ3の出力する信号から、例えば非点吸差法に基づき、フォーカスエラー信号を生成し、このフォーカスエラー信号に対応して、ピックアップ3をフォーカス制御する。トラッキングサーボ回路12は、ピックアップ3が出力する信号から、例えばDPP(Differential Push-Pull)法により、トラッキングエラー信号を生成し、このトラッキングエラー信号に対応して、ピックアップ3をトラッキング制御する。

【0013】スレッドサーボ回路13は、トラッキングエラー信号の直流成分からスレッドエラー信号を生成し、このスレッドエラー信号に対応して、スレッドモータ7を駆動し、ピックアップ3を、光磁気ディスク1の所定の半径位置に駆動するようになされている。スピンドルサーボ回路14は、スピンドルエラー信号を生成し、このスピンドルエラー信号に対応してスピンドルモータ2を駆動して、光磁気ディスク1を所定の速度で回転させる。APC回路15は、ピックアップ3の内蔵するレーザダイオード(その詳細は後述する)の出射するレーザ光の強度が一定となるように制御する。

【0014】マイクロコンピュータ8は、操作部9からの操作信号に対して各部を制御し、記録または再生動作を実行させる。

【0015】次に、その動作について説明する。操作部9を操作して、記録を指令すると、マイクロコンピュータ8は、各部を制御して、記録動作を開始させる。まず、サーボ回路6のスピンドルサーボ回路14は、スピンドルモータ2を駆動し、光磁気ディスク1を所定の速度で回転させる。ピックアップ3は、内蔵するレーザダイオードより出射されたレーザ光を光磁気ディスク1に照射し、その反射光を受光し、フォーカスサーボとトラッキングサーボに必要な信号を出力する。フォーカスサーボ回路11とトラッキングサーボ回路12は、この信号からフォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号を生成し、ピックアップ3をフォーカス制御またはトラッキング制御する。

【0016】一方、端子5より入力された記録信号は、記録再生回路4により所定の方式で変調され、ピックアップ3に入力される。ピックアップ3は、入力された信号に対応して、レーザダイオードを制御する。ピックアップ3の磁気ヘッド(その詳細は後述する)は、光磁気ディスク1に対して、所定のバイアス磁界を印加している。その結果、光磁気ディスク1には、いわゆる光磁気効果により情報が記録される。情報の記録に伴って、スレッドサーボ回路13は、スレッドモータ7を制御し、ピックアップ3の位置を、光磁気ディスク1の半径方向に移動させる。以上のようにして、光磁気ディスク1に對して情報が記録される。

【0017】一方、操作部9を操作して、再生を指令すると、マイクロコンピュータ8は、各部を制御して、再生動作を開始させる。このとき、ピックアップ3は、光磁気ディスク1に記録されている情報を再生し、再生信号を出力する。再生信号は、記録再生回路4に供給され、復調された後、端子5から出力される。APC回路15は、光磁気ディスク1に照射されるレーザ光をモニタし、その強度が一定となるように制御する。

【0018】なお、サーボ回路6のその他のサーボ動作は、記録モードにおける場合と同様である。

【0019】図2は、ピックアップ3のより詳細な構成例を表している。レーザダイオード21は、例えば680nmの波長のレーザ光を出射する。コリメータレンズ22は、レーザダイオード21の出射する発散光を、平行光に変換する。グレーティング23は、コリメータレンズ22の出射するレーザ光を、3本のレーザ光に分割する。グレーティング23より出射されたレーザ光は、ビームスプリッタ24に入射され、その一部の光は、反射面24Aで反射され、凸レンズ25を介して、APC用のホトディテクタ26に入射される。

【0020】反射面24Aを透過したレーザ光は、対物レンズ27により収束光とされ、先玉レンズ28を介し

て、光磁気ディスク1に照射される。光磁気ディスク1のレーザ光が照射される点の近傍の反対側には、磁気ヘッド29が配置され、所定のバイアス磁界が印加されるようになされている。

【0021】光磁気ディスク1で反射されたレーザ光は、先玉レンズ28、対物レンズ27を介して、ビームスプリッタ24に入射され、反射面24Aで、p偏光成分の一部（例えば30%）と全てのs偏光成分とが反射され、ビームスプリッタ30に入射されている。ビームスプリッタ30に入射されたレーザ光は、その一部が反射面30Aで反射され、凸レンズ31で収束され、さらに、シリンドリカルレンズ32で非点収差が与えられた後、サーボ信号用のホトダイオード33に入射されている。

【0022】一方、ビームスプリッタ30の反射面30Aを透過したレーザ光は、光量バランスを調整するための1/2波長板34を介して、偏光ビームスプリッタ38に入射されている。

【0023】偏光ビームスプリッタ38に入射されたレーザ光のうち、p偏光成分は、反射面38Aを透過して、凸レンズ35により収束された後、凹レンズ36を介して、ホトディテクタ37に入射されている。また、偏光ビームスプリッタ38に入射されたレーザ光のうち、s偏光成分は、反射面38Aで反射され、さらに、反射面38Bで反射された後、凸レンズ39で集光され、凹レンズ40を介して、ホトディテクタ41に入射されている。ホトディテクタ37とホトディテクタ41の出力の差が差動増幅器42で演算され、再生MO信号として出力されるようになされている。

【0024】再生モード時、レーザダイオード21より出射されたレーザ光が、コリメータレンズ22により平行光に変換された後、グレーティング23で3本のレーザ光に分割され、ビームスプリッタ24を介して、対物レンズ27に入射される。対物レンズ27で収束されたレーザ光は、先玉レンズ28を介して、光磁気ディスク1上に照射される。

【0025】また、このとき、光磁気ディスク1に入射されるレーザ光の一部が、ビームスプリッタ24の反射面24Aで反射され、凸レンズ25を介して、ホトディテクタ26に照射される。サーボ回路6のAPC回路15は、ホトディテクタ26の出力が予め設定された基準のレベルとなるように、レーザダイオード21の出射するレーザ光のパワーを制御する。

【0026】光磁気ディスク1においては、図3に示すように、グレーティング23により3本に分割されたレーザ光のうち、中央の1本のレーザ光が、データが記録または再生されるグループ（トラック）上に、光スポットS1を形成し、その左右に配置されているレーザ光が、光スポットS1が形成されるグループの左右のランド上に、光スポットS2または光スポットS3を形成す

る。

【0027】これらの光スポットS1、S2、S3からの反射光は、先玉レンズ28、対物レンズ27を介して、ビームスプリッタ24に入射され、その反射面24Aで反射される。反射面24Aにより反射されたレーザ光は、ビームスプリッタ30に入射され、その反射面30Aで、その一部の光が反射される。反射面30Aで反射されたレーザ光は、凸レンズ31を介して、シリンドリカルレンズ32に入射され、非点収差が与えられた後、ホトダイオード33に入射される。

【0028】ホトダイオード33は、図4に示すように、光スポットS1からの反射光を受光するホトダイオード51と、その左右に配置された光スポットS2またはS3からの反射光を受光するホトダイオード52または53により構成されている。ホトダイオード51は、トラック方向とトラック方向と垂直な方向に、領域A乃至Dが形成されるように4分割されており、ホトダイオード52とホトダイオード53は、それぞれトラック方向に、2つの領域EとF、または2つの領域GとHが形成されるように、2分割されている。

【0029】フォーカスサーボ回路11は、ホトディテクタ51の領域A乃至Dの出力を、次式で表すように演算して、フォーカスエラー信号Fを生成する。

$$F = (A+C) - (B+D)$$

【0030】一方、トラッキングサーボ回路12は、ホトダイオード51乃至53の各領域A乃至Hの出力を、次式で示すように演算して、トラッキングエラー信号Tを生成する。

$$T = (A+D) - (B+C) + k [(E-F) + (G-H)]$$

【0031】サーボ回路6は、これらのフォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号に対応して、ピックアップ3のアクチュエータ（後述する）を制御し、フォーカス制御とトラッキング制御を行う。

【0032】ビームスプリッタ30に入射された光のうち、大部分は、反射面30Aを透過し、1/2波長板34を介して、偏光ビームスプリッタ38に入射される。そして、そのうちのp偏光成分は、凸レンズ35、凹レンズ36を介して、ホトディテクタ37に入射される。また、s偏光成分は、反射面38A、反射面38B、凸レンズ39、凹レンズ40を介して、ホトディテクタ41に入射される。ホトディテクタ37とホトディテクタ41の出力するp偏光成分と出力信号成分の差が差動増幅器42で演算され、再生MO信号として、記録再生回路4に出力される。記録再生回路4は、入力された再生MO信号を復調し、端子5から出力する。

【0033】一方、記録モード時においては、レーザダイオード21が、記録信号に対応して制御される。また、磁気ヘッド29により、光磁気ディスク1に対して、所定のバイアス磁界が印加される。その結果、光磁

気ディスク1の光スポットS1が照射される位置に、記録情報に対応するマーク(ピット)が形成され、情報が記録される。

【0034】図5は、ピックアップ3の可動部のさらにより詳細な構成例を表している。同図に示すように、対物レンズ27と先玉レンズ28は、それぞれレンズホルダ71の所定の位置に固定されている。対物レンズ27の開口数は、約0.45とされている。そして、この対物レンズ27は、先玉レンズ28と組み合わせて用いられるようになされているため、入射光の開口数に対して、約1.8の倍率がかかり、対物レンズ27と先玉レンズ28とで構成されるレンズユニット全体の開口数は、約0.8という高開口数となっている。

【0035】対物レンズ27と先玉レンズ28の取り付け位置、レンズ間の距離、並びにレンズの倒れ角からなる組み立て誤差は、レンズホルダ71の加工精度によって決定される。いま、光学的に許容される波面収差量を $4/\lambda$ (λ は、光の波長)とすると、組み立て精度として許容される範囲は、レンズ間の位置ずれ $\pm 80\mu m$ 、レンズ間の距離土 $2.5\mu m$ 、および倒れ角土0.4度となる。これらの組み立て精度を機械的な加工精度で確保することは充分に可能である。

【0036】高開口数のレンズユニット(2群レンズ)を用いて、光磁気ディスク1に対して、情報を記録または再生する場合、基板が厚いと、上述したように、光磁気ディスク1の傾きによって生じるコマ収差に対する許容度が著しく低下する。すなわち、図5に示すように、光磁気ディスク1においては、基板61の上に、情報記録層(MO層)62が形成され、さらにその上に、保護膜63が形成されている。そして、レーザ光は、基板61を介して、記録層62に照射される。そこで、この実施の形態の場合、この基板61の厚さが0.1mmとされている。このように、基板61の厚さを、DVD(0.6mm)に較べて、より薄く形成し、高開口数のレンズユニットを用いた場合においても、ディスクのスキーに対するコマ収差の影響を軽減するようになされている。

【0037】開口数NAは、レンズによる収束角をθとするとき、 $\sin\theta$ で規定される。従って、図6に示すように、レンズの半径が同一であるとすると、開口数NAが大きいほど、ワーキングディスタンスDは小さくなる。すなわち、図6(A)と図6(B)に示すように、レンズの半径を $R_1=R_2$ とし、図6(A)のレンズの開口数NA₁(= $\sin\theta_1$)の方が、図6(B)に示すレンズの開口数NA₂(= $\sin\theta_2$)より小さいとすると、前者のワーキングディスタンスD₁は、後者のワーキングディスタンスD₂より長くなる。この実施の形態の場合、このワーキングディスタンスD₁は、100μmとされている。このワーキングディスタンスは、レンズホルダ71の周囲に配置されているアクチュエータ72を、フォーカスエラー信号に対応して駆動することにより、

常に一定に維持される。

【0038】しかしながら、上述したように、基板61の厚さにばらつきがあると、球面収差が発生する。特に、本実施の形態の場合、レンズユニットとして、高開口数の2群レンズが用いられているため、基板61の厚さが大幅に変動すると、再生信号の品質が大きく損なわれることになる。しかしながら、基板61の厚さの誤差は、約土5μmとすると、0.1mmの厚さの基板61に対する誤差の許容範囲は、土5%となり、このような範囲内に基板61の厚さを制御することは充分可能である。換言すれば、基板61の厚さのばらつきを土5%以内に收めることができれば、球面収差の発生に起因する再生信号の品質の劣化も、実用上充分な範囲内に收めができるので、高密度の記録再生が可能な光磁気ディスクを実現することができる。

【0039】なお、レンズユニットの開口数は、2群レンズの構成としているため、0.8乃至1.0の値を実現することができる。これにより、より高密度の記録再生が可能となる。

【0040】対物レンズ27の面27Aと面27B、並びに先玉レンズ28の面28Aと面28Bは、それぞれ非球面とされている。これらの面を非球面とすることにより、取り付け誤差に対する許容範囲を大きくすることができます。

【0041】基板61の厚さは、あまり厚くすると、スキーによる影響が大きくなるため、0.1mm乃至0.3mmの範囲内とするのが好ましい。

【0042】また、ワーキングディスタンスDは、これをあまり小さく過ぎると、光磁気ディスク1上に、ゴミ、ほこりなどが存在していたとき、それが先玉レンズ28に衝突し、先玉レンズ28を損傷するおそれがあるので、例えば、50μm以上の値とするのが好ましい。

【0043】また、図6(C)に示すように、より大きな開口数NA₂(NA₂>NA₁)のレンズにより、小さい開口数NA₁のレンズのワーキングディスタンスD₁と同一のワーキングディスタンスD₃(=D₁)を実現しようとすると、そのレンズの半径R₃は、小さい開口数のレンズNA₁の半径R₁より大きくなる。その結果、装置が大型化することになる。そこで、ワーキングディスタンスDの値は、500μm以下とするのが好ましい。換言すれば、開口数NAが0.8のレンズにより、500μmより大きいワーキングディスタンスを得ようすると、レンズ径が非常に大きくなり、実質的に実現不可能となる。

【0044】なお、以上においては、光ディスクとして、光磁気ディスクを例として説明したが、相変化型の光ディスク、再生専用の光ディスクに対しても、本発明は適用することができる。

【0045】

【発明の効果】以上のように、請求項1に記載の光ディス

ク記録再生装置および請求項4に記載の光ディスク記録再生方法によれば、光ディスクの基板の厚さを0.3mm以下とし、対物レンズと先玉レンズとの総合の開口数を0.8以上とし、対物レンズと先玉レンズとを一体的にしてフォーカス制御するようにしたので、構成を簡略化し、光ディスクに対して、高密度に情報を記録または再生することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ディスク記録再生装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1のピックアップのより詳細な構成例を示す図である。

【図3】光スポットの位置を説明する図である。

【図4】図2のホトダイオード33のより詳細な構成例を示す図である。

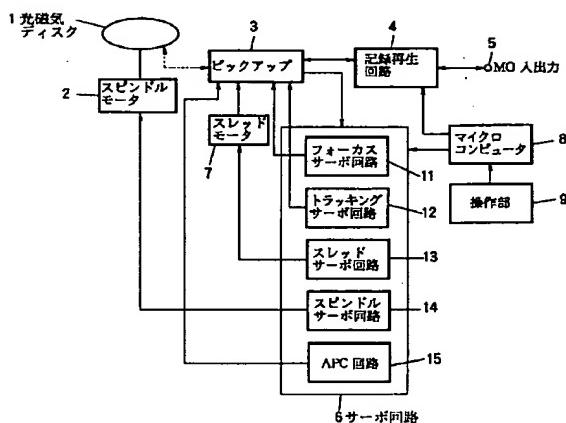
【図5】図2の対物レンズ27と先玉レンズ28の取り付け状態を説明する図である。

【図6】レンズの大きさと開口数の関係を説明する図である。

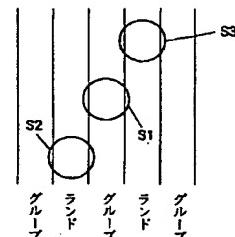
【符号の説明】

1 光磁気ディスク、3 ピックアップ、6 サーボ回路、21 レーザダイオード、27 対物レンズ、28 先玉レンズ、29 磁気ヘッド、61 基板、62 記録層、63 保護膜、71 レンズホルダ、72 アクチュエータ

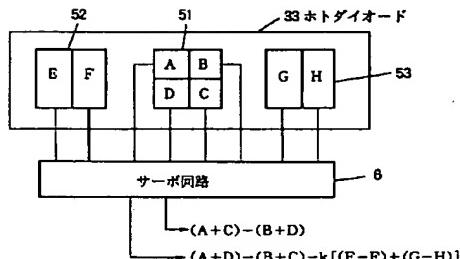
【図1】



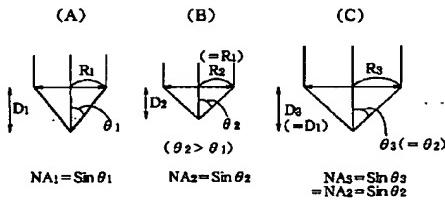
【図3】



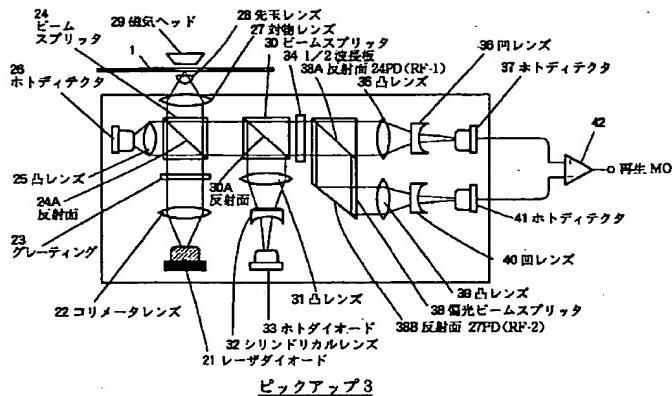
【図4】



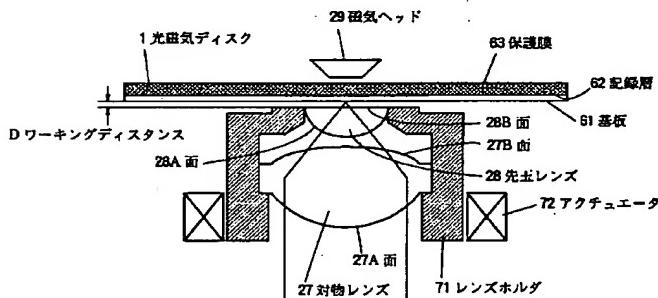
【図6】



【図2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 大里 深

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(72)発明者 渡辺 俊夫

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(72)発明者 鈴木 彰

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内